



CONTROLE DO DESEMPENHO OPERACIONAL NA INDÚSTRIA PLÁSTICA: UMA ABORDAGEM ESTRUTURADA PARA A AVALIAÇÃO DE CUSTOS E PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE

OPERATIONAL PERFORMANCE CONTROL IN PLASTIC INDUSTRY: A STRUCTURED APPROACH TO COST EVALUATION AND CAPACITY PLANNING

Rodrigo Pessotto Almeida^{*, **} E-mail: rodrigopa7@hotmail.com

Fernanda Romanzini^{*} E-mail: feromanzini@outlook.com

Anderson Luis Walker Amorin^{*} E-mail: ander.walker1@gmail.com

Liane Werner^{*} E-mail: liane.werner@ufrgs.br

Francisco José Kliemann Neto^{*} E-mail: kliemann@producao.ufrgs.br

^{*}Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS

^{**}Centro Universitário Ritter dos Reis (UniRitter), Porto Alegre, RS

Resumo: Em um ambiente caracterizado pela alta competitividade, torna-se imprescindível a busca pela excelência nos padrões de desempenho empresariais. Isto tem exigido das empresas medidas de controle de seus processos internos, a fim de eliminar perdas relacionadas ao uso inadequado de recursos. Neste contexto, o presente artigo desenvolve um modelo para o controle do desempenho operacional do sistema produtivo, utilizando a avaliação de custos e o planejamento da capacidade de produção. O objetivo é evidenciar as parcelas de custos relativos à produção, bem como os custos originados pela ociosidade do sistema, investigando seus impactos no resultado final. Para avaliar a eficácia do modelo proposto, este foi aplicado em uma empresa de manufatura de materiais plásticos para a construção civil, em um sistema com múltiplos produtos e múltiplas máquinas.

Palavras-chave: Custos de produção. Custos da capacidade produtiva. Planejamento da capacidade produtiva. Indústria plástica.

Abstract: In an environment characterized by high competitive, it became indispensable the search for excellence in enterprise performance patterns. In such context, it is required that the companies measure their internal processes control, in order to eliminate losses related to inappropriate use of resources. In this context, this paper develops a model for the control for the production system operational performance, using cost evaluation and capacity planning. The objective is to emphasize the cost shares related to the production, as well as the system inactivity costs, investigating their impact on the final result. To evaluate the efficacy of the model, it was applied to a manufacturing company of plastic materials for construction, in a system with multi-products and multi-machines.

Keywords: Production costs. Production capacity costs. Production capacity planning. Plastic industry.

1 INTRODUÇÃO

A alta variação da demanda nos últimos anos tem influenciado empresas de manufatura a buscarem mecanismos para ajustar sua capacidade de produção, de

forma rápida e econômica, às exigências do mercado (LINGITZ *et al.*, 2013). Este dinamismo, aliado à elevada competição no ambiente empresarial, tem levado as organizações a buscarem um maior grau de racionalização de seus processos produtivos de forma a assegurar índices de rentabilidade favoráveis ao negócio.

Neste sentido, sistemas com capacidade flexível são apontados pela literatura como medida para tornar o gerenciamento da capacidade de produção mais eficaz diante de flutuações na demanda (TAN e ALP, 2009; MORATEWETZ e SIHN, 2012; LINGITZ *et al.*, 2013). Contudo, a análise do sistema produtivo deve incluir a avaliação dos custos fixos relacionados à capacidade de produção disponível, bem como sua utilização (KUTAČ *et al.*, 2014; TAN e ALP, 2009; SILVA e LEITE, 2013; ALEMIDA *et al.*, 2016). Desta forma, metodologias que permitam a sistemática identificação e quantificação dos desperdícios de uma empresa assumem importante papel na melhoria da eficiência dos processos produtivos (GIRI e MOON, 2007; BORNIA, 2010).

Segundo Beber *et al.* (2004), diversas são as perdas que podem se fazer presentes nos processos produtivos, como por exemplo, ociosidades, sobras, retrabalhos, quebras, refugos e ineficiências. Para os autores, tais perdas podem ser classificadas em perdas normais e perdas anormais. Enquanto estas perdas estejam dentro dos padrões previstos na especificação do produto ou processo são denominadas perdas normais. Porém, estas são classificadas como anormais quando excedem estes limites previstos. Estes autores destacam também a necessidade de diferenciação das perdas em normais e anormais, uma vez que, a redução ou eliminação das perdas normais do processo produtivo demandam normalmente maior esforço do que aquelas eventuais, denominadas anormais.

Neste sentido, Silva e Leite (2013) ressaltam que a gestão da capacidade aliada ao gerenciamento dos custos de fabricação permite identificar quais os produtos são os mais rentáveis, bem como, conhecer a capacidade e eficiência dos processos. Segundo estes autores, a capacidade de produção representa a disponibilidade dos recursos de produção, e portanto, apresenta influência direta nos custos de produção dos produtos.

Baseado no planejamento da capacidade produtiva e informações de custos, este artigo propõe uma metodologia de controle, que visa avaliar o desempenho operacional do sistema produtivo em termos econômicos. Assim, o principal objetivo

consiste em evidenciar as parcelas de custos relativos à produção, bem como os custos originados pela ociosidade do sistema, investigando seus impactos no resultado final. Para alcançar o objetivo, o modelo proposto neste estudo estabelece o cruzamento entre informações do planejamento da capacidade produtiva e de custos.

Após esta introdução, a Seção 2 apresenta uma breve introdução aos temas custos produtivos, custos fixos de capacidade e a avaliação de custos no planejamento da capacidade de produção. Na Seção 3 é apresentado o método de controle para avaliação do desempenho do sistema produtivo. A seção 4 apresenta um estudo aplicado, empregando o modelo. A seção 5 traz a conclusão do artigo e sugestões para trabalhos futuros.

2 CUSTOS PRODUTIVOS

Para Afonso e Santana (2016), a atual realidade das empresas tem exigido sistemas de custos mais robustos e dinâmicos. Isto se deve ao fato de que as informações fornecidas pelos sistemas de custeio tradicionais não são completas ou suficientemente confiáveis para que os gestores tomem decisões com maior assertividade, tanto para fins estratégicos como operacionais. Conforme estes autores, os sistemas tradicionais de custos não conseguem determinar com precisão o custo de diferentes objetos de custo, estando baseados principalmente em medidas de volume para alocação de custos.

Beber *et al.* (2004) destacam que os sistemas de custeio são responsáveis pelo fornecimento de informações, obtidas a partir da junção de princípios e métodos de custeio, essenciais ao processo decisório. Conforme estes autores, os princípios de custeio definem como são alocados os custos de produção de um produto ou serviço. Adicionalmente a escolha por determinado princípio tem relação direta com o tipo de informação demandada pela organização (BEBER *et al.*, 2004).

Assim, no ambiente no qual se insere a empresa moderna, onde preços de vendas dos produtos são fixados pelo mercado, o nível de utilização da capacidade produtiva torna-se um fator decisivo no desempenho do sistema. Já os sistemas de custeio possuem o desafio de auxiliar na avaliação do desempenho da empresa a

partir do fornecimento de informações fidedignas dos custos de produção dos produtos ou serviços (BEBER *et al.*, 2004; Kunh *et al.*, 2011).

Nestas condições, a gestão eficiente dos custos de produção assume um papel importante para a sobrevivência das organizações, onde o sucesso ou fracasso é o resultado da habilidade em gerenciar, analisar e prever os custos do negócio para criar ou sustentar vantagens competitivas (SOBREIRO *et al.*, 2008). Portanto, a evidenciação e análise dos custos da capacidade tornam-se necessárias para a gestão empresarial, onde esta necessariamente deve incorporar a avaliação de custos relacionados à capacidade ociosa (JOHNSON e KAPLAN, 1993; BEBER *et al.*, 2004; GIRI e MOON, 2007; SANTOS *et al.*, 2007).

2.1 Custos fixos da capacidade de produção

Considerando certo horizonte de planejamento, custos fixos são aqueles que tendem a permanecer constantes ao longo do tempo mesmo com mudanças nos volumes produzidos ou comercializados, enquanto não se modifique a capacidade de produção ou comercialização e o nível previsto de utilização desta. Assim, os custos fixos não são função do volume ou do uso real da capacidade, sendo sua magnitude dependente da capacidade existente e do nível de atividade planejado (OSORIO, 1992). Nessa mesma linha, Horngren *et al.* (2000) abordam o conceito de capacidade de produção em termos de capacidade, referindo-se a estrutura disponível, e a necessidade, que representa a utilização.

Os custos fixos podem também caracterizarem-se por não serem afetados pelo uso de medidas de flexibilidade, sendo estes resultados da tomada de decisão em nível estratégico, como áreas de estocagem, investimentos em equipamentos, depreciação em função do tempo, ou seja, independem do nível de atividade da empresa no curto prazo. Já os custos que são afetados por uma medida de capacidade são classificados como variáveis (BORNIA, 2010; LINGITZ *et al.*, 2013).

Segundo Bornia (2010), os custos fixos podem ser classificados, considerando sua facilidade de eliminação, em: custos fixos elimináveis (ou evitáveis) e não elimináveis. Custos fixos elimináveis correspondem àqueles que, no curto prazo, podem ser eliminados caso a empresa encerre temporariamente suas atividades, tendo como exemplo salários, aluguéis e energia elétrica. Já custos fixos

não elimináveis, correspondem aos custos não passíveis de eliminação no curto prazo, dentre os quais se incluem depreciações de instalações, impostos sobre a propriedade, segurança e outros. Duas classes de custos fixos são apresentadas por Iwata e Wood (2002), custos de capacidade independentes e custos de capacidade dependentes. Custos independentes são aqueles vinculados à capacidade disponível, enquanto os dependentes se relacionam ao grau de utilização planejado para capacidade disponível.

Em uma abordagem mais detalhada, Osorio (1992) classifica os custos fixos em: (i) custos fixos de capacidade ou de estrutura, e, (ii) custos fixos de operação ou operativos. Os custos fixos de capacidade resultam da remuneração dos recursos produtivos que definem a capacidade instalada, sendo de difícil controle no curto prazo, estando suas alterações vinculadas ao longo prazo. A segunda classe de custos surge como consequência da decisão de operar ou utilizar os fatores fixos de produção em determinada proporção estando, portanto, vinculados ao nível de atividade prevista. São constantes dentro dos limites da utilização planejada da capacidade, portanto suas alterações são consequentes da modificação desta decisão. O autor também destaca que mesmo estando relacionados com o nível de atividade ou ao tempo, estes não se convertem em custos variáveis, uma vez que não correspondem à taxa de produção real, e sim a certo nível de produção planejado.

2.2 Avaliação de custos no planejamento da capacidade de produção

Com o surgimento de sistemas produtivos multiprodutores, o custeio da produção se tornou um princípio condutor para monitorar a eficiência de todas as atividades realizadas, bem como vincular o desempenho dos processos à rentabilidade global da organização (SOBREIRO *et al.*, 2008). Assim, o custeio da produção assume uma posição importante de apoio à tomada de decisão nas funções de gestão e controle das empresas (ALMEIDA e WERNER, 2015).

Neste sentido, Deif e Elmaraghy (2006) investigam como os sistemas produtivos podem gerenciar seu planejamento de capacidade de forma rentável. Baseado em uma função de custo, que inclui o custo da unidade de capacidade física e os custos associados à reconfiguração do sistema, o modelo determina o

planejamento de capacidade ideal para o sistema de produção. Em abordagem similar, Deng e Yano (2006) desenvolvem um procedimento computacional explorando a relação conjunta entre decisões de capacidade e políticas de preços ótimos. Considerando as variáveis custos de setups e restrições de capacidade, o modelo estabelece o nível de utilização otimizada da capacidade visando equilibrar oferta e demanda em períodos diversos.

Para Kutač *et al.* (2014), as decisões relacionadas à escolha de métodos de custos a serem utilizados devem pertencer ao âmbito de tomada de decisão estratégico. Assim, os autores discutem a inovação dos sistemas de custos utilizados em empresas metalúrgicas. Adicionalmente, investigam as distorções nos preços de produtos provocadas por práticas de cálculos de custos baseadas no volume de produção, o que não corresponde à utilização real da capacidade de produção pelos produtos. Tal prática ocasiona a alocação de uma parcela maior do que a realmente correspondente de custos fixos aos custos de produção, dado que a utilização do sistema produtivo normalmente é inferior à sua capacidade disponível.

Abordando problemas de planejamento, Gunasekaran *et al.* (1998) utilizam modelagem matemática para determinar tamanhos de lotes e capacidade ideal em um sistema de produção multiprodutos. Este modelo apresentado pelos autores busca apoiar o planejamento de capacidade, tendo como critério para otimização a minimização do custo total do sistema por unidade de tempo. Já Simpson e Erenguc (2005) desenvolvem uma metodologia voltada para sistemas de produção multiestágios. Uma formulação matemática utilizando MIP (*Mixed Integer Program*) é apresentada, onde o planejamento é estabelecido a partir da previsão de demanda, avaliação de estruturas de produtos, restrições de capacidade, custos fixos de instalação e tempos de preparação.

Para lidar com o aumento na flutuação da demanda, diversos são os estudos que investigam a utilização de capacidade flexível pelas empresas como medida para enfrentar os desafios provocados por este cenário. Uma abordagem visando apoiar as empresas na escolha de uma estratégia de ajuste de capacidade, aliadas à minimização de custos no horizonte de planejamento de curto e médio prazo, é apresentada por Moratewetz e Sihn (2012). A estratégia adotada se baseia na avaliação de um pacote de medidas possíveis de ajuste de capacidade, onde a

escolha é suportada por um algoritmo de otimização que compara as medidas sob o aspecto de custo total. Tan e Alp (2009) discutem um modelo que integra o gerenciamento de inventário e da capacidade flexível, incorporando a avaliação de custos fixos relacionados à capacidade de produção, em cenários de demanda estocástica. Utilizando uma modelagem baseada em programação dinâmica, os autores analisam as características de políticas otimizadas em termos dos conceitos integrados, avaliando também a utilização da capacidade flexível sob diferentes cenários.

Li e Qiu (1996) conduziram uma investigação sobre a utilização de sistemas dedicados ou flexíveis, bem como a combinação de ambos os sistemas em um ambiente de demanda incerta. A modelagem proposta pelos autores tem como objetivo minimizar os custos de aquisição de capacidade e os custos operacionais totais esperados para o horizonte de planejamento. Ainda, nesse enfoque, Lingitz *et al.* (2013) apresentam uma formulação utilizando MILP (*Mixed Integer Linear Programming*) para auxiliar a tomada de decisão no planejamento da capacidade em médio prazo. Assim, o modelo desenvolvido avalia os custos relacionados à flexibilização da capacidade produtiva.

No estudo apresentado por Silva e Leite (2013), os autores discutem a relação entre gestão da capacidade de produção e a gestão de custo. Assim, os autores investigam os impactos da efetiva utilização da capacidade sobre os custos de produção em uma indústria plástica. Neste mesmo setor da indústria, Almeida *et al.* (2016) apresentam um estudo relacionando conceitos de capacidade de produção e previsão de demanda, onde o objetivo é o estabelecimento de planos de produção que otimizem a utilização da capacidade disponível.

A avaliação de custos relacionada ao planejamento de capacidade não é um tema restrito a sistemas produtivos. Fayard *et al.* (2012) abordam uma prática estratégica de gerenciamento de custos chamada de Gerenciamento de Custos Interorganizacionais (IOCMs - *Inter-organizational cost management*), que consiste em ações colaborativas ou cooperativas entre membros de uma cadeia na busca pela redução de custos e criação de valor a todas as organizações integrantes desta cadeia. Chu e Chang (2010) combinam algoritmo genético e programação dinâmica para problemas de planejamento de expansão da capacidade de sistemas de recursos hídricos. Dado o destaque no crescimento do setor de transporte aéreo na

economia mundial, Martín e Voltes-Dorta (2011) exploram a problemática relacionada a expansões da capacidade de aeroportos sob a ótica da gestão financeira, tendo custos operacionais como variável de interesse.

Outro tema que assume papel importante nas funções gerenciais de planejamento e controle da capacidade é a avaliação dos custos relacionados à ociosidade de produção. Estes se referem à parcela de fatores fixos - tanto estruturais, quanto operativos - não utilizados pela produção, ou simplesmente a diferença entre capacidade máxima prática de produção e volume de produção real (OSORIO, 1992). Para Giri e Moon (2007) e Tu e Lu (2016), cenários com baixa utilização da capacidade de produção apresentam maior habilidade para absorver a variabilidade da demanda do que um sistema com elevada utilização. Porém, esta parcela de capacidade não utilizada se transforma em custos de ociosidade. Assim, a identificação e análise dos custos da capacidade, bem como a evidenciação dos custos de ociosidade, tornam-se primordiais para a correta avaliação do desempenho de tais sistemas (GIRI e MOON, 2007; SANTOS *et al.*, 2007).

No estudo desenvolvido por Eiamkanchanalai e Banerjee (1999), é conduzida uma abordagem para o dimensionamento de tamanhos de lotes, onde os custos unitários de produção possuem relação com a taxa de produção, a qual é tratada como uma variável de decisão. Estes também incorporaram ao cálculo dos custos unitários de produção o custo da capacidade ociosa. Neste mesmo enfoque, Giri e Moon (2007) apresentam modelos matemáticos, testados com exemplos numéricos, que evidenciam o impacto significativo dos custos de ociosidade sobre a decisão de lotes econômicos de produção.

Para sua adequada avaliação, a capacidade ociosa total de produção pode ser dividida em duas componentes: capacidade ociosa planejada e capacidade ociosa operativa (OSORIO, 1992). O conceito de capacidade ociosa planejada refere-se à parcela da capacidade de produção que se determina não utilizar, ao ser definido um nível de atividade previsto. Já a capacidade ociosa operativa é a diferença resultante entre o nível de atividade realmente alcançado, também conhecido por volume real de produção, e o nível de atividade previsto anteriormente. Esta classificação apresentada por Osorio (1992), ociosidade planejada e ociosidade operativa, pode ser analogamente comparada aos termos

propostos por Beber *et al.* (2004) ao classificar perdas, como ociosidade, em normais e anormais, respectivamente.

Assim, a capacidade ociosa total (COT) pode ser calculada a partir da diferença entre capacidade máxima (Q_m) e o nível de atividade real (N_{Ar}), conforme equação (1) (OSORIO, 1992).

$$COT = Q_m - N_{Ar} \quad (1)$$

Além disto, pode-se calcular a capacidade ociosa planejada (COP) e capacidade ociosa operativa (COO), componentes que formam COT, utilizando-se respectivamente as equações (2) e (3).

$$COP = Q_m - N_{Ap} \quad (2)$$

$$COO = N_{Ap} - N_{Ar} \quad (3)$$

onde: N_{Ap} refere-se ao nível de atividade prevista e N_{Ar} ao nível de atividade real.

Obtidos os valores de cada componente, então a capacidade ociosa total também pode ser obtida através da equação (4).

$$COT = COP + COO \quad (4)$$

Para obtenção dos valores de Q_m , N_{Ap} e N_{Ar} , Osorio (1992) define as equações (5), (6) e (7), respectivamente.

$$Q_m = T_m \cdot E_m \quad (5)$$

$$N_{Ap} = T_p \cdot E_p \quad (6)$$

$$N_{Ar} = T_r \cdot E_r \quad (7)$$

onde: T_m , T_p e T_r correspondem ao tempo máximo, tempo previsto e tempo real para o período, respectivamente e E_m , E_p e E_r referem-se à produtividade técnica máxima, prevista e real, respectivamente.

Portanto a capacidade máxima e os níveis de atividade previsto e real são função do tempo (T) e da eficiência na utilização dos recursos, também conhecida como produtividade técnica (E). Assim, a capacidade ociosa será consequência de uma variação no tempo, (T_p ou T_r), ou na produtividade técnica (E_p ou E_r), podendo

também apresentar ambas as variações simultaneamente em igual ou distinta intensidade (OSORIO, 1992; EIAMKANCHANALAI e BANERJEE, 1999).

3 METODOLOGIA PROPOSTA

Em termos de sua natureza, esta pesquisa pode ser classificada como aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para solução de um problema prático, que consiste em avaliar o desempenho operacional do sistema produtivo em termos econômicos. A abordagem desta pesquisa é predominantemente quantitativa, uma vez que utiliza fórmulas matemáticas e a base de dados de uma empresa. Quanto aos objetivos, esta pesquisa classifica-se como explicativa, onde a ênfase é a construção de um modelo que visa controlar o desempenho operacional do sistema produtivo, integrando o planejamento da capacidade produtiva com a análise de custos. Quanto aos procedimentos utilizados, classifica-se como uma pesquisa participante, dado que o estudo foi desenvolvido em conjunto com membros da aplicação prática investigada (SILVA e MENEZES, 2005).

Para desenvolvimento do método proposto, inicialmente foi realizada uma pesquisa na literatura com os temas relacionados ao estudo, custos produtivos, custos fixos da capacidade e a avaliação de custos no planejamento da capacidade de produção. Baseado no planejamento da capacidade produtiva e informações de custos, o modelo proposto visa avaliar o desempenho operacional do sistema produtivo. O objetivo consiste em evidenciar as parcelas de custos relativas à produção, bem como os custos originados pela ociosidade do sistema, investigando seus impactos no resultado final. A análise conduzida pelo modelo constitui uma abordagem de controle, dado que investiga o desempenho do sistema para um cenário já ocorrido. Como pressupostos para aplicação do modelo identificam-se: (i) necessidade da disponibilidade de dados do planejamento da capacidade produtiva, definido por modelos que integram informações reais do sistema de produção e do mercado, (ii) disponibilidade de informações de custos fixos de capacidade vinculados ao tamanho da capacidade e ao nível de utilização desta, (iii) disponibilidade de informações de custos variáveis. A Figura 1 apresenta as etapas do modelo proposto, as quais são detalhadas na sequência.

1º Passo: neste passo são levantados os dados oriundos do planejamento da capacidade de produção, que devem fornecer o cenário previsto de utilização desta para o período em análise. Assim é possível conhecer a disponibilidade do sistema produtivo em horas máquina, representado pela variável tempo (T), e a produtividade técnica (E), em kg/h, consequente do *mix* de produção planejado. Assim os valores de Q_m e NA_p são obtidos a partir das equações (5) e (6), respectivamente. Estes constituem parâmetros que permitem a adequada avaliação do sistema produtivo, uma vez que utilizam dados do planejamento da capacidade produtiva realizado em etapa anterior, conforme modelagem proposta por Almeida *et al.* (2016). Portanto, estes dados de entrada são baseados em informações do mercado, através da previsão de demanda, e disponibilidade do sistema, por meio da avaliação da capacidade de produção.

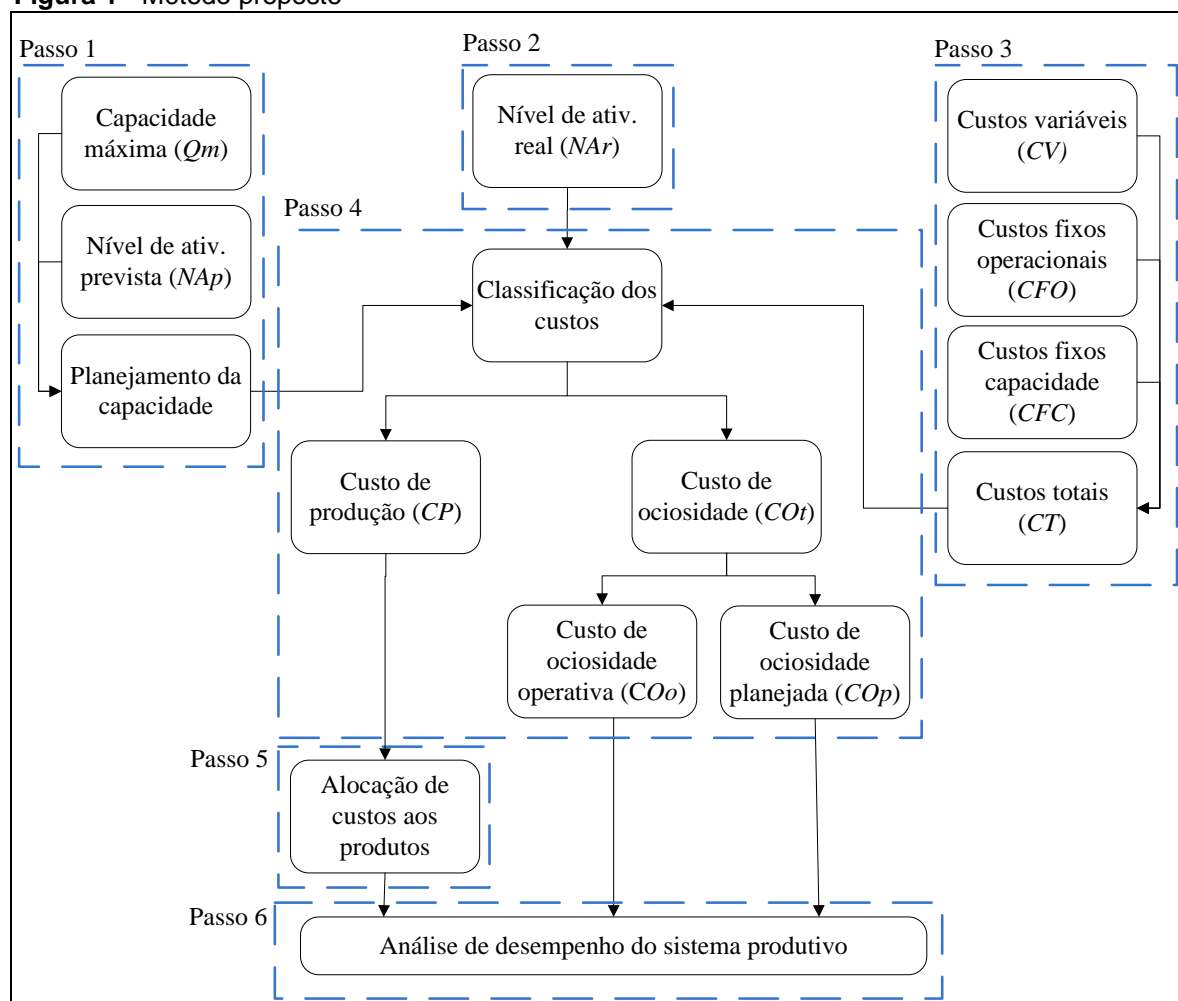
2º Passo: neste passo são coletados os dados do volume real de produção alcançado, que representam o nível de atividade real (NA_r) obtido no período. Com base nas quantidades produzidas de cada produto e o tempo real (Tr) utilizado, é possível calcular o valor da variável produtividade técnica real (Er) utilizando-se a equação (7).

3º Passo: definidos os parâmetros do sistema produtivo, é necessário estabelecer as informações de custos. Portanto, assumem-se como custos totais (CT) a soma dos custos variáveis (CV) e os custos fixos operacionais (CFO) e fixos de capacidade (CFC), conforme equação (8) (OSORIO, 1992; WOODLOCK, 2000):

$$CT = CFC + CFO + CV \quad (8)$$

onde: CFC representa os custos relacionados aos recursos que determinam a capacidade instalada; CFO representam os custos que surgem com a decisão de utilizar em determinada proporção os recursos de capacidade instalada e CV corresponde aos custos que se relacionam ao volume de produção realizado.

Figura 1 - Método proposto



Fonte: elaborado pelos autores

4º Passo: o quarto passo consiste na classificação dos custos totais (CT) em duas categorias, custos de produção (CP) e custos de ociosidade total (COt). Assim, CP correspondem aos custos justificados pelo volume de produção alcançado no período, ou seja, NAr . COt corresponde à parcela de custos relacionada aos recursos não utilizados, representados por desvios nas variáveis, produtividade técnica (E) e tempo (T).

Para possibilitar esta classificação, inicialmente é necessário determinar o valor da taxa unitária de custos fixos de capacidade ($Tcfc$) e a taxa unitária de custos fixos de operação ($Tcfo$). Estas taxas são fornecidas a partir das equações (9) e (10), respectivamente.

$$Tcfc = \frac{CFC}{Q_m} \quad (9)$$

onde: Q_m , corresponde à capacidade máxima de produção para o período em kg,

$$Tcfo = \frac{CFO}{NA_p} \quad (10)$$

sendo: NA_p o nível de atividade prevista para o período em kg.

A Tabela 1 apresenta as fórmulas utilizadas para determinar as parcelas de custos que formam o custo de produção (CP), que é representado pela equação (11).

$$CP = CP_c + CP_o + CP_v \quad (11)$$

Tabela 1 - Fórmulas para calcular parcelas de custos que formam CP

Custo	Custo de produção (CP)
CFC	$CP_c = NAr \times Tcfc$, onde CP_c é o custo de produção fixo de capacidade;
CFO	$CP_o = NAr \times Tcfo$, onde CP_o é o custo de produção fixo operacional;
CV	$CP_v = \sum_{i=1}^n NAr_i \times CV_i$, onde CP_v é o custo de produção variável, NAr_i é a quantidade em unidades produzida do produto i e CV_i é o custo variável unitário do produto i , para $i = 1, \dots, n$.

Fonte: elaborado pelos autores

O custo de ociosidade total (COt) é formado pela soma dos custos classificados em custos de ociosidade planejada (COp) e custos de ociosidade operativa (COo). Aplicando-se a equação (12), é obtido o valor de COt .

$$COt = COp + COo \quad (12)$$

Na Tabela 2 são apresentadas as fórmulas utilizadas para determinar cada uma das parcelas de custos que formam COt , relacionadas aos tipos de custos CFC e CFO , bem como as variáveis, produtividade técnica (E) e tempo (T).

Tabela 2 - Fórmulas para calcular componentes de custos que formam COt

Custo de ociosidade total COt		
Custo	var. (E)	var. (T)
CFC	$[[Tp.(Em - Ep)].Tcfc]$	$[[Ep.(Tm - Tp)].Tcfc]$
	$COp = [[Tp.(Em - Ep)] + [Ep.(Tm - Tp)] + [(Em - Ep).(Tm - Tp)].Tcfc]$	
Custo	var. (E)	var. (T)
CFC	$[[Tr.(Ep - Er)].Tcfc]$	$[[Ep.(Tp - Tr)].Tcfc]$
CFO	$[[Tr.(Ep - Er)].Tcfo]$	$[[Ep.(Tp - Tr)].Tcfo]$
	$COo = [Tr.(Ep - Er) + Ep.(Tp - Tr)].Tcfc + [Tr.(Ep - Er) + Ep.(Tp - Tr)].Tcfo$	

Fonte: elaborado pelos autores

5º Passo: o quinto passo corresponde à alocação de custos aos produtos. Assim, somente os custos de produção (CP) farão parte do custo dos produtos. Com a equação (13) é possível calcular o custo total unitário para o produto i (CTu_i):

$$CTu_i = CFCu_i + CFOu_i + CVu_i \quad (13)$$

onde: $CFCu_i$ refere-se ao custo fixo de capacidade unitário do produto i , $FOUu_i$ é o custo fixo de operação unitário do produto i e CVu_i é o custo variável unitário do produto i . Assim as parcelas de custos fixos alocadas aos produtos são determinadas pelas equações (14) e (15).

$$CFCu_i = Tcfc \times m_i \quad (14)$$

$$FOUu_i = Tcfo \times m_i \quad (15)$$

onde: m_i é a equivalência do produto i em sua unidade de medida.

6º Passo: o último passo visa analisar o sistema produtivo em termos de seu desempenho operacional (DO). Assim, faz-se necessário apurar as informações de receita (R) gerada pelos produtos fabricados no período, custos de produção (CP) e também os custos relacionados à capacidade ociosidade no período (COt). Primeiramente, as receitas são calculadas multiplicando os preços de venda de cada produto pela respectiva quantidade produzida, conforme a equação (16).

$$R = \sum_{i=1}^n (PV_i \times NAr_i) \quad (16)$$

onde: PV_i é o preço de venda do produto i em (R\$), e NAr_i corresponde à quantidade produzida do produto i em unidades, para $i = 1, \dots, n$.

Por fim, o desempenho operacional (DO) é obtido ao deduzir da receita (R) os custos de produção (CP) e os custos de ociosidade total (COt), conforme equação (17).

$$DO = R - CP - COt \quad (17)$$

4 ESTUDO APLICADO

O método proposto foi aplicado em uma indústria fabricante de materiais em PVC para a construção civil. Uma dificuldade observada pela empresa é a

instabilidade na definição de seus preços de venda em decorrência da elevada concorrência na comercialização de seus produtos em nível nacional. Desta forma, na maioria dos períodos, os preços de vendas praticados resultam em produtos com margens de lucro reduzidas e em alguns casos até negativa. Nestas condições, o desempenho na utilização dos recursos relacionados à capacidade instalada de produção, representado pelos custos fixos, assume papel crucial para determinação do desempenho operacional do sistema produtivo. Assim, nesta seção são apresentados os resultados obtidos com a aplicação do método, que contempla a análise de nove produtos fabricados num processo produtivo composto por seis máquinas, ou seja, considera um sistema com múltiplos produtos e múltiplas máquinas.

Os dados utilizados na aplicação correspondem a um único período, denominado de período 1, que é formado por seis meses. Portanto, os dados de entrada apresentados na Tabela 3 representam o valor acumulado de seis meses, os quais constituem a execução dos dois primeiros passos do modelo. As propriedades de peso (kg) dos produtos, incluindo o detalhamento do *NAr* em unidades físicas e em Kg, são fornecidas pois serão utilizadas nas etapas seguintes.

Tabela 3 - Cenário planejado e realizado da utilização da capacidade produtiva

Período 1 - (6 meses)		Composição <i>NAr</i>			
Dados previstos x realizado		Prod.	Peso (<i>m</i>) [kg]	<i>NAr</i> [unid.]	<i>NAr</i> [kg]
<i>Tm</i> (h máquina)	19.808,41	1	0,8	221.602,0	177.281,6
<i>Qm</i> (kg)	5.427.993,90	2	1,15	566.337,0	651.287,6
<i>Tp</i> (h máquina)	17.967,50	3	1,8	65.067,0	117.120,6
<i>NAp</i> (kg)	4.923.538,09	4	4,15	76.296,0	316.628,4
<i>Em = Ep</i> (kg/h)	274,02	5	1,42	163.180,0	231.715,6
<i>Tr</i> (h máquina)	17.800,00	6	2,35	152.946,0	359.423,1
<i>NAr</i> (kg)	4.585.465,70	7	3,75	96.046,0	360.172,5
<i>Er</i> (Kg/h)	257,61	8	5,35	368.771,0	1.972.924,9
		9	11,7	34.095,0	398.911,5
					4.585.465,7

Fonte: elaborado pelos autores

No terceiro passo do modelo são levantados os custos que formam o custo total (CT) do período. Conforme informado pela empresa, a Tabela 4 apresenta os custos registrados no período. Observa-se que os custos fixos correspondem a 25,63 % dos custos totais, nos quais são considerados salários e encargos,

aluguéis, depreciação, energia elétrica e segurança. Já 74,37 % destes são classificados como custos variáveis, sendo estes predominantemente formados por custos de matéria prima.

Tabela 4 - Custos totais (CT) do período

Tipo de custo	Repres. sobre (CT)	Custo total (CT)	
<i>CFC</i>	14,31%	R\$	3.122.545,80
<i>CFO</i>	11,32%	R\$	2.469.810,42
<i>CVT</i>	74,37%	R\$	16.229.160,46
		R\$	21.821.516,68

Fonte: elaborado pelos autores

Após a coleta dos dados, o quarto passo consiste na classificação dos custos totais (CT) em duas categorias, custos de produção (CP) e custos de ociosidade total (COt). Na Tabela 5 são apresentados os valores obtidos a partir da aplicação das fórmulas descritas na proposição do modelo. Os custos justificados pelo volume de produção alcançado são apresentados em relação a cada tipo de custo *CFC*, *CFO* e *CVT*. Além da estratificação do tipo de custo, os valores de capacidade ociosa são apresentados em termos da classificação da ociosidade, planejada ou operacional, e também em relação a variável geradora, tempo (*T*) e produtividade técnica (*E*).

Os valores nulos assumidos pelo COp relativo a variações na produtividade (*E*) e na variação conjunta de *E* e *T* são justificadas pela premissa adotada nesta análise, onde os valores de *Em* são assumidos como iguais a *Ep*. Uma vez determinado o *mix* de produção pelo planejamento da capacidade, que representa as condições impostas pelo mercado e sistema produtivo, não faria sentido determinar um valor de *Em* o qual não fosse realmente passível de ser alcançado.

Tabela 5 - Classificação dos custos totais (CT) em CP e COt

Tipo custo	Custo Produção (CP)	Custos de ociosidade total (COt)				
		COp			COo	
		var. <i>E</i>	var. <i>T</i>	var. <i>E</i> e <i>T</i>	var. <i>E</i>	var. <i>T</i>
<i>CFC</i>	R\$ 2.637.867,13	R\$ 0	R\$ 290.196,79	R\$ 0	R\$ 168.078,25	R\$ 26.403,64
<i>CFO</i>	R\$ 2.300.222,06	-	-	-	R\$ 146.564,36	R\$ 23.024,00
<i>CVT</i>	R\$16.229.160,46	-	-	-	-	-
	R\$21.167.249,65	R\$ 0	R\$ 290.196,79	R\$ 0	R\$ 314.642,61	R\$ 49.427,64

Fonte: elaborado pelos autores

Em relação a CT , 97 % destes são absorvidos pela produção, restando apenas 3 % que correspondem à parcela de ociosidade do período, dentre os quais 44,35 % são classificados como COp e 55,65 % como COo . Porém, ao comparar o custo total de ociosidade com os custos de capacidade, CFC e CFO , a ociosidade do período assume uma representatividade de 11,70 %, merecendo, portanto, maior atenção.

O quinto passo consiste na alocação dos custos de produção (CP) aos produtos. Utilizando as fórmulas propostas anteriormente é possível determinar o custo total unitário para o produto i (CTu,i). A Tabela 6 apresenta os valores calculados referentes aos custos totais unitários (CTu,i), bem como os valores de $CFCu,i$ e $CFOu,i$ para cada produto. Os valores relativos ao custo variável unitário de cada produto (CVu,i) constituem informações fornecidas pela empresa.

Tabela 6 - Determinação dos custos totais unitários CTu,i (R\$/unid.)

Produto	$CFCu$ (R\$/unid.)	$CFOu$ (R\$/unid.)	CVu (R\$/unid.)	CTu (R\$/unid.)
1	R\$ 0,46	R\$ 0,40	R\$ 3,01	R\$ 3,87
2	R\$ 0,66	R\$ 0,58	R\$ 4,30	R\$ 5,54
3	R\$ 1,04	R\$ 0,90	R\$ 6,72	R\$ 8,66
4	R\$ 2,39	R\$ 2,08	R\$ 15,11	R\$ 19,58
5	R\$ 0,82	R\$ 0,71	R\$ 4,97	R\$ 6,50
6	R\$ 1,35	R\$ 1,18	R\$ 8,24	R\$ 10,77
7	R\$ 2,16	R\$ 1,88	R\$ 13,06	R\$ 17,10
8	R\$ 3,08	R\$ 2,68	R\$ 18,54	R\$ 24,30
9	R\$ 6,73	R\$ 5,87	R\$ 40,33	R\$ 52,93

Fonte: elaborado pelos autores

No último passo é conduzida uma análise do desempenho operacional do sistema produtivo (DO), evidenciando também parcelas de custos justificadas pela produção do período (CP) e perdas relacionadas aos recursos fixos de capacidade e operação não utilizados, que são representados pelos custos de ociosidade total (COt). Na Tabela 7 são apresentados os valores que determinam o desempenho operacional do período, dos quais PV constitui dados informados pela empresa. Já os demais valores são obtidos a partir das equações apresentadas no 6º passo.

Portanto, o desempenho operacional (DO) obtido no período foi de R\$ 715.334,81, o qual tem uma representatividade de 3,17% se comparado à receita.

Como o período analisado é formado por seis meses, isto representa um desempenho operacional médio inferior a R\$ 120.000 / mês.

Tabela 7 - Desempenho operacional do sistema produtivo no período

Prod.	Preço de venda <i>PV</i> (R\$/unid.)	Receita <i>R</i> (R\$)	Custo de produção <i>CP</i> (R\$)	Desempenho Operacional - <i>DO</i> (R\$)
1	R\$ 4,56	R\$ 1.009.841,93	R\$ 857.395,91	Receita
2	R\$ 5,95	R\$ 3.371.514,02	R\$ 3.135.510,81	R\$ 22.536.851,49
3	R\$11,14	R\$ 724.784,37	R\$ 563.478,95	Custo de produção
4	R\$ 21,99	R\$ 1.677.956,43	R\$ 1.493.977,62	-R\$ 21.167.249,65
5	R\$ 7,47	R\$ 1.218.612,73	R\$ 1.060.232,41	Custo capacidade ociosa
6	R\$ 13,51	R\$ 2.066.947,95	R\$ 1.647.509,17	-R\$ 654.267,03
7	R\$ 19,98	R\$ 1.919.002,10	R\$ 1.642.388,13	
8	R\$ 22,98	R\$ 8.474.705,84	R\$ 8.961.967,38	
9	R\$ 60,81	R\$ 2.073.486,13	R\$ 1.804.789,26	
		R\$ 22.536.851,49	R\$ 21.167.249,65	R\$ 715.334,81

Fonte: elaborado pelos autores

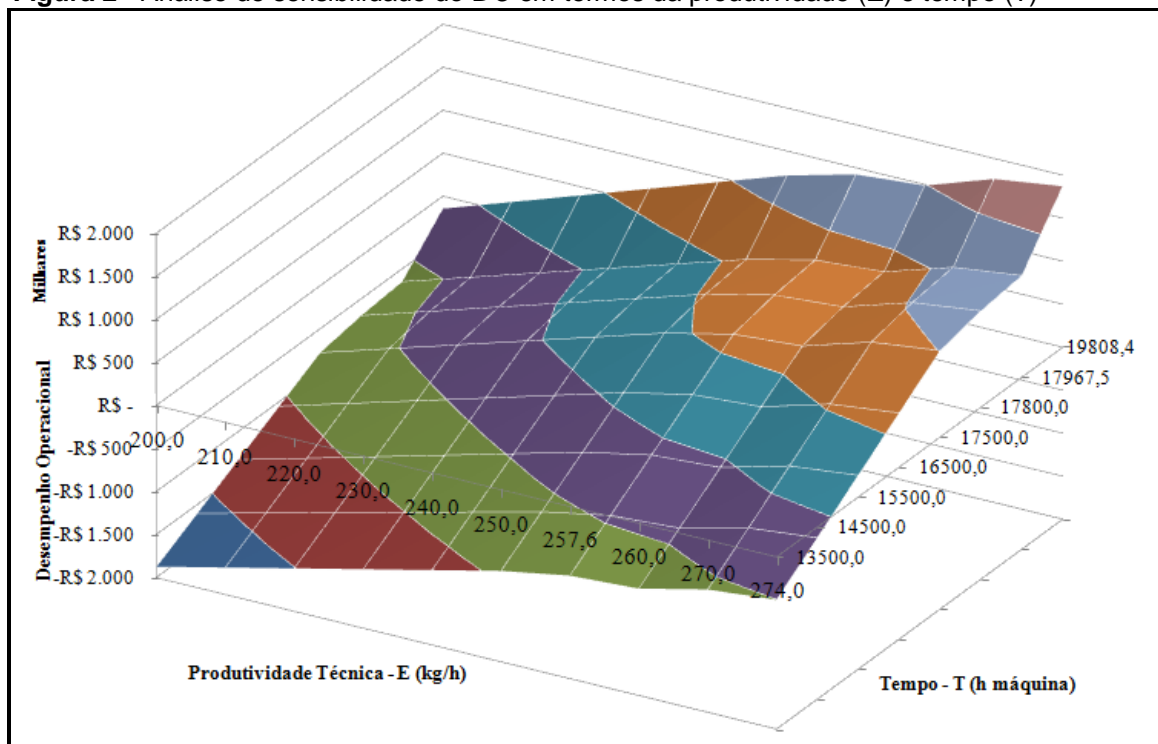
Uma das justificativas para o baixo desempenho operacional alcançado pode ser a ineficiência apurada na utilização dos recursos fixos de capacidade e operação. Se neste mesmo período os custos relativos à capacidade ociosa *COt* pudessem ser eliminados, o valor de *DO* seria melhorado em 91,46 %, passando a representar 6,08 % da receita.

Neste sentido, a análise é estendida de maneira a permitir comparar *DO* obtido com o valor assumido por *NAr*, para o caso de se alcançar *NAp* e *Qm*. Utilizando-se os valores médios alcançados no período para as variáveis, receita (R\$ 4,91/kg) e custos variáveis (R\$ 3,54/kg), é possível determinar o valor de *DO* para cada um dos casos. Assim, com *NAp*, combinação das variáveis *Ep* e *Tp*, *DO* assumiria o valor de R\$ 1.180.381,62. Para o caso de se alcançar *Qm*, combinação de *Em* e *Tm*, *DO* assumiria o valor de R\$ 1.874.302,72. Assim, pode-se dizer que o *DO* alcançado no período corresponde a 60,60% do cenário planejado e a 38,17% do cenário ótimo. Na Figura 2 é ilustrado o comportamento do *DO* em relação a diferentes combinações das variáveis produtividade (*E*) e tempo (*T*).

Outra causa que também pode ser responsabilizada pelo baixo desempenho operacional (*DO*), já mencionada anteriormente, é a baixa margem de lucro proporcionada por alguns produtos. Para o período em análise, observa-se que o produto 8, que corresponde a 43% do *NAr* (kg), está apresentando uma margem

negativa, uma vez que a receita (R) gerada por este produto não cobre seus custos (CP). A empresa adota esta situação como estratégia, pois o produto 8 ao assumir um preço competitivo para o mercado torna-se um atrativo para a comercialização dos demais produtos. Assim, fica evidente que os preços de venda praticados seguem as condições impostas pelo mercado.

Figura 2 - Análise de sensibilidade do DO em termos da produtividade (E) e tempo (T)



Fonte: elaborado pelos autores

Neste contexto, torna-se oportuna a investigação sobre as medidas utilizadas na atribuição dos custos fixos aos produtos, pois na ótica da empresa moderna o lucro é condicionado pela diferença entre o preço, fixado pelo mercado, e o nível de custo atingido pela organização (BORNIA, 2010). Assim, a lógica de distribuição dos custos fixos de capacidade e operacionais deve representar o mais próximo quanto possível a real utilização ou consumo destes recursos pelos produtos. Assim torna-se compreensível a contribuição de cada produto no desempenho operacional do sistema.

Visando uma maior racionalidade na distribuição dos custos fixos, anteriormente realizada com base no desempenho global, é conduzida uma análise onde os custos fixos de capacidade e operação são alocados utilizando um

coeficiente que representa o desempenho específico de cada produto. Este coeficiente captura as diferentes taxas de produção (kg/h) dos produtos nas diferentes máquinas, sendo calculado conforme segue:

- Inicialmente calcula-se a produtividade de cada produto (E_i), que é obtida a partir da multiplicação da produtividade do produto na máquina pela representatividade da quantidade nesta produzida em relação ao volume total de produção planejado para o produto i ;
- O passo seguinte é calcular a produtividade do sistema ($E_{sistema}$), obtida a partir do somatório da multiplicação da produtividade de cada produto (E_i) pela representatividade do produto i em relação ao volume de produção realizado (NAr).

Assim o coeficiente de custo do produto i (Cc_i) é calculado utilizando-se a equação (18).

$$Cc_i = 1 + \left[1 - \left(\frac{E_i}{E_{sistema}} \right) \right] \quad (18)$$

Portanto os novos valores de $CFCu_{i,i}$ e $CFOu_{i,i}$ são obtidos a partir da multiplicação destes pelo respectivo coeficiente $Cc_{i,i}$. Além destes, na Tabela 8 são apresentados os valores de E_i , $E_{sistema}$ e CTu conforme análise proposta. Também é mostrada a variação (%) do novo valor assumido por CTu em relação ao valor desta mesma variável considerado anteriormente.

Tabela 8 - Novos valores obtidos para CTu

Prod.	Produt. E_i (kg/h)	Coeficiente $Cc_{i,i}$	$CFCu$ (R\$/unid.)	$CFOu$ (R\$/unid.)	CTu (R\$/unid.)	Variação
1	154,0	1,5	R\$ 0,70	R\$ 0,61	R\$ 4,32	11,62%
2	215,5	1,3	R\$ 0,88	R\$ 0,77	R\$ 5,95	7,40%
3	157,9	1,5	R\$ 1,56	R\$ 1,36	R\$ 9,65	11,41%
4	169,7	1,5	R\$ 3,52	R\$ 3,07	R\$ 21,69	10,79%
5	184,6	1,4	R\$ 1,17	R\$ 1,02	R\$ 7,15	10,04%
6	300,0	1,1	R\$ 1,44	R\$ 1,26	R\$ 10,94	1,61%
7	336,9	1,0	R\$ 2,06	R\$ 1,79	R\$ 16,91	-1,09%
8	404,1	0,7	R\$ 2,29	R\$ 2,00	R\$ 22,83	-6,04%
9	419,9	0,7	R\$ 4,68	R\$ 4,08	R\$ 49,10	-7,24%

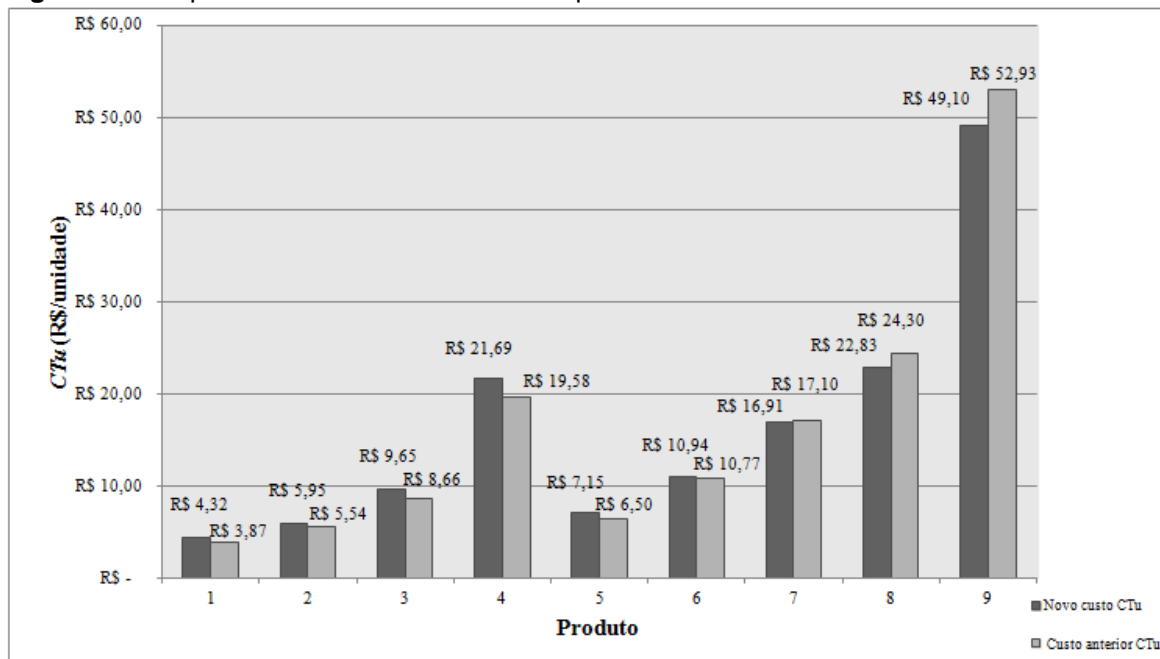
$E_{sistema} = 322,0$ (kg/h)

Fonte: elaborado pelos autores

Mesmo com as variações de CTu ilustradas na Figura 3, o desempenho operacional para o período permanece inalterado. Porém, quando os produtos 7, 8 e

9 são avaliados, observa-se uma redução em seus CTu , visto que com a utilização de uma eficiência global para apropriação dos custos, estavam subsidiando parte dos custos fixos consumidos pelos demais produtos. Desta forma, a apropriação dos custos apresenta maior racionalidade, proporcionando assim informações fidedignas para a tomada de decisão.

Figura 3 - Comparativo entre valores assumido pela variável CTu



Fonte: elaborado pelos autores

3 CONCLUSÃO

Este trabalho abordou a utilização de metodologias para controle de sistemas produtivos, integrando conceitos de avaliação de custos e planejamento da capacidade produtiva. O objetivo deste estudo foi evidenciar as parcelas de custos relativos à produção, bem como os custos originados pela ociosidade do sistema, investigando seus impactos no resultado final.

Para uma adequada avaliação do desempenho de um sistema produtivo é indispensável analisar os custos fixos relacionados à capacidade de produção disponível, bem como o nível de utilização desta (KUTAČ *et al.*, 2014; TAN e ALP, 2009; SILVA e LEITE, 2013; ALMEIDA *et al.*, 2016). Neste contexto, inicialmente este estudo desenvolveu um modelo que visa estabelecer o controle do desempenho operacional do sistema produtivo, empregando a avaliação de custos

aliada ao planejamento da capacidade de produção. Na sequência foi realizada a aplicação do modelo proposto em uma empresa de manufatura, contemplando um sistema de produção múltiplos produtos e múltiplas máquinas.

Os resultados obtidos neste estudo são de grande valia para a tomada decisão no que tange assuntos relacionados ao controle do desempenho operacional do sistema produtivo, pois estabelecem a relação entre a capacidade produtiva e os respectivos custos associados. Outra contribuição do modelo é a abordagem dos custos de ociosidade separados dos custos de produção. Isto possibilita a compreensão do impacto que gera a utilização inadequada dos recursos produtivos sobre o desempenho operacional do sistema. Assim, estes resultados corroboram com as discussões levantadas por Beber *et al.* (2004), acerca da necessidade de separação das perdas presentes nos sistemas produtivos, como por exemplo, capacidade ociosa.

Autores como Beber *et al.* (2004), Kunh *et al.* (2011) e Afonso e Santana (2016) destacam a importância dos sistemas de custeio na função de fornecer informações oportunas e relevantes ao processo decisório das empresas. Adicionalmente, Afonso e Santana (2016) evidenciam a fragilidade dos sistemas tradicionais de custos no fornecimento de informações suficientemente confiáveis, principalmente pelas distorções provocadas por estarem baseados em medidas de volume para alocação dos custos, como por exemplo, custos de capacidade.

Neste sentido, a aplicação do modelo também possibilitou investigar as variações, provenientes de diferentes critérios de alocação dos custos fixos de capacidade e operação, sobre a formação do custo de cada produto. Assim, com este estudo foi possível identificar formas mais racionais de apropriação dos custos, o que conduz a informações mais condizentes com a real contribuição de cada produto no desempenho operacional do sistema.

Tais resultados convergem com as discussões apresentadas por Afonso e Santana (2016), que apontam as vantagens que podem ser alcançadas a partir da adoção de abordagens de gestão da capacidade aliada ao gerenciamento dos custos de fabricação. Conforme os autores, estas ações permitem avaliar o desempenho dos processos, bem como, conhecer a real contribuição de cada produto para o resultado final da empresa.

Como oportunidade de estudos futuros sugere-se a aplicação do modelo adotando diferentes classificações de custos. Também mostra-se oportuno estudos relacionando abordagens de custos de capacidade frente aos diferentes princípios de custeio, conforme proposto por Beber *et al.* (2004). Outra oportunidade consiste na aplicação deste modelo em outros segmentos da indústria, caracterizando diferentes processos produtivos.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, P.; SANTANA, A. Application of the TDABC Model in the Logistics Process Using Different Capacity Cost Rates. **Journal of Industrial Engineering and Management JIEM** – 9(5): p. 1003-1019, 2016. <http://dx.doi.org/10.3926/jiem.2086>
- ALMEIDA, R. P.; WERNER, L. Uma revisão sobre abordagens que relacionam os custos de produção e o processo de previsão de demanda. **Revista Produção Online**, Florianópolis, SC, v.15, n. 2, p. 504-526, abr./jun., 2015. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v15i2.1899>
- ALMEIDA, R. P.; ROMANZINI, F.; WERNER, L. Planejamento da capacidade de produção na indústria plástica: uma abordagem baseada em previsão de demanda e níveis de capacidade. **Revista Produção Online**, Florianópolis, SC, v.16, n. 3, p. 1033-1057, ju./set., 2016. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v16i3.2320>
- BEBER, S. J. N.; SILVA, E. Z.; DIÓGENES, M. C.; KLIEMANN NETO, F. J. Princípios de custeio: uma nova abordagem. **XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção** - Florianópolis, SC, Brasil, 03 a 05 de nov de 2004.
- BORNIA, A. C. **Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- CHU, H.-J.; CHANG, L.-C. Optimizing Capacity-Expansion Planning of Groundwater Supply System between Cost and Subsidence. **J. Hydrol. Eng.**, v. 15, p. 632-641, 2010. [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.0000219](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000219)
- DEIF, A. M.; ELMARAGHY, W. Effect of reconfiguration costs on planning for capacity scalability in reconfigurable manufacturing systems. **International Journal Flexible Manufacturing Systems**, v. 18, p. 225–238, 2006. <http://dx.doi.org/10.1007/s10696-006-9006-0>
- DENG, S.; YANO, C. A. Joint Production and Pricing Decisions with Setup Costs and Capacity Constraints. **Management Science**, v. 52, p. 741–756, 2006. <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.1050.0491>
- EIAMKANCHANALAI, S.; BANERJEE, A. Production lot sizing with variable production rate and explicit idle capacity cost. **International Journal Production Economics**, v. 59, p. 251-259, 1999. [http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00102-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00102-9)
- FAYARD, D.; LEE, L. S.; LEITCH, R. A.; KETTINGER, W. J. Effect of internal cost management, information systems integration, and absorptive capacity on inter-

organizational cost management in supply chains. **Accounting, Organizations and Society**, v. 37, p. 168–187, 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aos.2012.02.001>

GIRI, B. C.; MOON, I. Accounting for idle capacity cost in the scheduling of economic lot sizes. **International Journal Production Research**, v. 42, n. 4, p. 677–691, 2007. <http://dx.doi.org/10.1080/0020754031000164384>

GUNASEKARAN, A.; GOYAL, S. K.; MARTIKAINEN, T.; YLI-OLLI, P. Production Capacity Planning and Control in Multi-stage Manufacturing. **The Journal of the Operational Research Society**, v. 49, p. 625-634, 1998. <http://dx.doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600580>

HORNGREN, C. T.; FOSTER, G.; DATAR, S. M. **Contabilidade de custos**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

IWATA, Y.; WOOD, S. C. Simple Cost Models of High-Process-Mix Wafer Fabs at Different Capacities. **IEEE Transactions On Semiconductor Manufacturing**, v. 15 (2), p. 267 – 273, 2002. <http://dx.doi.org/10.1109/66.999603>

JOHNSON, H. T.; KAPLAN, R. S. **Contabilidade gerencial**: a restauração da relevância da contabilidade nas empresas. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

KUNH, P. D.; FRANCISCO, A. C.; KOVALESKI, J. L. Aplicação e utilização do método Unidade de Esforço de Produção (UEP) para análise gerencial e como ferramenta para o aumento da competitividade. **Revista Produção Online. Florianópolis**, SC, v.11, n. 3, p. 688-706, jul./set., 2011. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v11i3.664>

KUTAČ, J.; JANOVSKA, K.; SAMOLEJOVA, A.; BESTA, P. Innovation of costing system in metallurgical companies. **METABK**, v. 53, n. 2, p. 283-285, 2014. <http://hrcak.srce.hr/110304>

LI, S.; QIU, J. Models for Capacity Acquisition Decisions Considering Operational Costs. **The International Journal of Flexible Manufacturing Systems**, v. 8, p. 211-231, 1996. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00403125>

LINGITZ, L.; MORATEWETZ, C.; GIGLOO, D. T.; MINNER, S.; SIHN, W. Modelling of flexibility costs in a decision support system for midterm capacity planning. **Procedia CIRP 7, 46th CIRP Conference on Manufacturing Systems**, p. 539 – 544, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2013.06.029>

MARTÍN, J. C.; VOLTES-DORTA, A. The dilemma between capacity expansions and multi-airport systems: Empirical evidence from the industry's cost function. **Transportation Research**, Part E, v. 47 , p. 382–389, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tre.2010.11.009>

MORATEWETZ, C.; SIHN, W. Model of a Decision Support System for a Least-Cost and Harmonized Capacity Adjustment in the Short- and Medium-Term Planning Horizon. **Procedia CIRP 3, 45th CIRP Conference on Manufacturing Systems**, p. 20 – 25, 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2012.07.005>

OSORIO, O. M. **La capacidad de produccion y los costos**. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Macchi, 1992.

SANTOS, R. V.; SOARES, M. A.; QUEIROZ, L. M. Evidenciação do custo de capacidade e ociosidade: métodos Absorção e ABC. **Revista Fafibe On Line**, n.3, agosto, 2007.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. – 4. ed. rev. atual. – Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, T. F. G.; LEITE, M. S. A. A influência da gestão da capacidade na determinação do custo unitário de produção: um estudo de caso em uma empresa de embalagens plásticas flexíveis. **Revista Produção Online**, Florianópolis, SC, v.13, n. 3, p. 915-944, ju./set., 2013. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v13i3.1233>

SIMPSON, N. C.; ERENGUC, S. S. Modeling Multiple Stage Manufacturing Systems with Generalized Costs and Capacity Issues. **Wiley InterScience - Naval Research Logistics**, v. 52, p. 560 – 570, 2005. <http://dx.doi.org/10.1002/nav.20097>

SOBREIRO, V. A.; ARAÚJO, P. H. S. L; NAGANO, M. S. Aplicação de sistemas dinâmicos na previsão de custos da produção. **Rev. Eletrônica Produção & Engenharia**, v. 1, n. 1, p. 27-39, 2008. <http://dx.doi.org/10.18407/issn.1983-9952.2008.v1.n1.p27-40>

TAN, T.; ALP, O. An integrated approach to inventory and flexible capacity management subject to fixed costs and non-stationary stochastic demand. **OR Spectrum**, v. 31, p. 337 – 360, 2009. <http://dx.doi.org/10.1007/s00291-008-0122-y>

TU, Ying-Mei; LU, Chun-Wei. Best Capacity Scale of Wafer Fabrication Based on Production Performance and Cost. **IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing**, v. 29, n. 4, Nov., 2016. <http://dx.doi.org/10.1109/TSM.2016.2614671>

WOODLOCK, P. Does It Matter How Targeted Costs are Achieved? **The Journal of Corporate Accounting e Finance**, v. 11, n. 3, p. 43-52, 2000. [http://dx.doi.org/10.1002/1097-0053\(200003/04\)11:3<43::AID-JCAF8>3.0.CO;2-6](http://dx.doi.org/10.1002/1097-0053(200003/04)11:3<43::AID-JCAF8>3.0.CO;2-6)



Artigo recebido em 18/02/2017 e aceito para publicação em 1/08/2017
DOI: <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v17i3.2736>